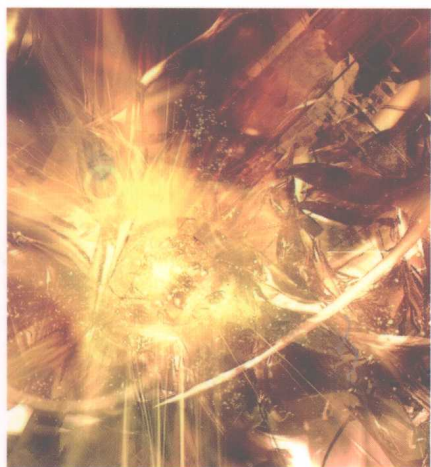


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材



数控机床 及其维护

高等职业技术教育研究会 审定

孙小捞 主编

杨锋 副主编

CNC Machine and Maintenance

- ◆ 结合数控行业岗位技能需求
- ◆ 技术实用性和先进性相结合
- ◆ 配备习题参考答案和电子课件

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of The Chinese Society Vocational and Technical Education

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材



数控机床 及其维护

高等职业技术教育研究会 审定

孙小撈 主编

杨锋 副主编

CNC Machine and Maintenance

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

数控机床及其维护 / 孙小撈主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 5

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
ISBN 978-7-115-19788-7

I. 数… II. 孙… III. 数控机床—维修—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第030831号

内 容 提 要

本书对数控机床的基本组成、结构特点、加工原理以及数控车床、数控铣床、数控加工中心、数控电加工机床的编程和操作做了详细介绍。全书结合实例进行编程和机床操作的讲解, 理论与实践有机结合, 以加深读者对知识的理解; 特别是在维修部分, 采用大量实例进行分析诊断, 给读者提供了实用的排除机床故障的方法及技巧。

本书可作为高职高专数控、机电一体化和机械制造专业的教材, 也可供从事数控机床相关工作的工程技术人员参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

高等职业教育数控技术专业“双证课程”培养方案规划教材

数控机床及其维护

◆ 审 定 高等职业技术教育研究会

主 编 孙小撈

副 主 编 杨 锋

责任编辑 潘春燕

执行编辑 潘新文

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16

字数: 395千字

2009年5月第1版

印数: 1—3 000册

2009年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19788-7/TN

定价: 27.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与 “双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

林 平 周 虹 钟 健 赵 宇 李秀忠 冯建东 散晓燕 安宗权
黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林 吴新佳 韩志国 周明虎 顾 晔
吴晓苏 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育数控技术专业“双证课程”
培养方案规划教材编委会

主任：周虹

副主任：牛宝林 周明虎 吴新佳

委员：	顾 晔	朱 强	霍苏萍	周 玮	周 兰	贾俊良	陈万利
	杨占尧	郑 金	李 辉	赵宏立	韩志国	丁如春	陈佳芳
	郭建尊	孙小捞	刘树青	黄中玉	张江城	于宁波	华满香
	周建安	林宗良	金英姬	黄义俊	董小金	戴晓东	牛荣华
	冯锦春	刘 岩	赵仕元	张雪梅	申晓龙	任成高	余慰荔
	周旭光	苏 伟	刘 宏	吕永峰	王雁彬	邵 萍	郭宏彦
	燕居怀	李本红	何全陆	张念淮	姜庆华		

审稿委员会

主任：魏东坡

副主任：张 鑫 王德发 熊 江

委员：	米久贵	卜燕萍	徐立娟	陈忠平	庄 军	谭 毅	谢响明
	李 学	汤长清	高荣林	卜新民	罗澄清	王德山	栾 敏
	谢伟东	印成清	李加升	李锐敏	姬红旭	徐国洪	张国锋
	陈孝先	李燕林	刘一兵	田培成	刘 勇	冯光林	魏仕华
	曹淑联	山 颖	白福民	吕修海	王达斌	周 林	王军红
	邓剑锋	周信安	叶立清	雷云进	谷长峰	向 东	葛序风
	李建平	肖允鑫	李 丹	张光跃	陈玉平	林长青	王玉梅
	戴晓光	刘晓军	张秀玲	袁小平	李 宏	张凤军	孙建香
	陈晓罗	何 谦	周 玮	张瑞林	潘爱民		

本书主审：罗 伦

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育,提出要全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此,以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高〔2006〕16号)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是,由于基于“双证书”的专业解决方案、课程资源匮乏,“双证课程”不能融入教学计划,或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程,因此,“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施“双证书”制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立,又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势,专业核心课程、“双

证课程”按照工作过程导向及项目教学的思路编写,较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学,我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索,本套教材终于正式出版了,我们希望通过本套教材,为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案,也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正,提出修改意见,并积极与我们联系,共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

前言

数控技术是现代先进制造业的典型应用技术之一，对我国的工业发展和科技进步有着巨大的推动作用。目前社会对数控技术应用人才的需求，尤其是对数控机床安装调试及维护人员的需求越来越多，为适应这种形势，我们根据当前高等职业教育对数控技术教学和人才培养的要求编写了此书。

本书紧跟当前数控机床技术的发展，系统介绍了数控机床的基本组成、加工原理、机械结构与特点，数控车床、数控铣床和加工中心的编程与操作方法，数控电火花加工机床的编程以及数控机床的选用、验收与维修等内容。

本书以技术应用为目标，既注重技术内容的先进性，又注重其实用性，在每个章节的操作加工编程实例中给出了加工工艺分析和完整的加工程序，并对程序作了详细的注释，同时给出了零件加工完整的操作过程，使学生通过实例学习，可以较快地独立进行操作。为帮助学生进一步巩固所学知识，本书每章都附有一定数量的习题，并配有习题参考答案，读者可到人民邮电出版社教学服务与资源网 <http://www.ptpedu.com.cn> 上下载习题答案。

本书的参考学时为 56 学时，其中实践环节为 20 学时，各章的参考学时参见下表。

章 号	课 程 内 容	学 时 数			
		合 计	讲 授	实 践	备 注
1	绪论	4	2	2	
2	数控机床的机械部件与特点	12	8	4	
3	数控机床的应用	24	16	8	
4	数控机床的选用、验收与维修	12	8	4	
5	数控技术的发展与机械加工自动化	4	2	2	
总 计		56	36	20	

本书由洛阳理工学院副教授、高级工程师孙小捞担任主编，洛阳理工学院杨锋高级工程师、田丽萍和武亚平讲师参加编写。其中第 1 章由孙小捞编写，第 2 章由田丽萍编写，第 3 章由孙小捞和武亚平共同编写，第 4、5 章由杨锋编写。

本书在编写过程中参阅了国内外同行的有关资料、文献和教材，得到了许多专家和同行的支持与帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2009 年 2 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 数控机床的基本组成及加工原理	1
1.1.1 数控机床的产生	1
1.1.2 计算机数控的概念与发展	2
1.1.3 数控机床的基本结构及工作原理	3
1.2 数控机床的分类	5
1.2.1 按加工工艺方法分类	5
1.2.2 按控制运动的方式分类	7
1.2.3 按驱动装置的特点分类	8
1.2.4 按控制联动坐标数分类	10
1.2.5 按照功能水平分类	11
1.3 数控机床的特点及应用	11
1.3.1 数控机床的加工特点	11
1.3.2 数控机床的使用特点	13
1.3.3 数控机床的应用范围	14
本章小结	14
思考与练习题	14

第 2 章 数控机床的机械部件与特点	15
2.1 数控机床的结构要求	15
2.1.1 数控机床机械结构的主要组成	15
2.1.2 数控机床机械结构的特点和要求	15
2.1.3 提高机床的结构刚度	16
2.1.4 提高机床的抗震性	18
2.1.5 提高机床的热稳定性	19
2.1.6 提高运动件间的摩擦特性	19

2.2 数控机床的主传动及主轴部件	19
2.2.1 数控机床主传动系统的要求	19
2.2.2 主轴的传动方式	20
2.2.3 主轴的组件	22
2.2.4 主轴的进给功能和主轴的准停功能	26
2.2.5 主轴组件的润滑与密封	27
2.2.6 几种典型的主轴部件结构	29
2.3 数控机床的进给传动机构	33
2.3.1 进给系统概述	33
2.3.2 传动齿轮的间隙	34
2.3.3 联轴器	36
2.3.4 滚珠丝杠	37
2.3.5 导轨	40
2.3.6 工作台	45
2.4 自动换刀装置	52
2.4.1 自动换刀装置的分类	52
2.4.2 刀库	56
2.4.3 机械手	58
2.4.4 加工中心上主轴刀具的夹紧机构	59
2.5 其他辅助装置	60
2.5.1 数控机床的液压和气动系统	60
2.5.2 排屑装置	62
本章小结	63
思考与练习题	64

第 3 章 数控机床的应用	65
3.1 数控车床	65

3.1.1 数控车床的分类	65
3.1.2 数控车床的传动与结构	66
3.1.3 数控车床的程序编制	70
3.1.4 数控车床的使用方法	79
3.2 数控铣床	84
3.2.1 数控铣床的分类	84
3.2.2 数控铣床的结构和调整	88
3.2.3 常用编程指令	91
3.2.4 固定循环与子程序应用	104
3.3 加工中心	129
3.3.1 加工中心的分类	130
3.3.2 加工中心的结构特征	135
3.3.3 加工中心的程序编制	137
3.3.4 数控加工中心的使用方法	147
3.4 数控电加工机床	154
3.4.1 常用的数控电加工机床	154
3.4.2 数控电火花线切割编程简介	155
3.4.3 数控电火花成形编程简介	158
本章小结	163
思考与练习题	163

第 4 章 数控机床的选用、验收与维修

4.1 数控机床的选用	166
4.1.1 数控机床的选用原则	166
4.1.2 数控机床的选用要点	168
4.2 数控机床的调试和验收	169
4.2.1 数控机床的安装	170
4.2.2 数控机床的调试	172

4.2.3 数控机床的验收	173
4.3 数控机床的维护和保养	176
4.3.1 预防性维护	176
4.3.2 日常保养	179
4.4 数控机床故障的判断与排除	181
4.4.1 数控机床维修的基本要求 和故障处理原则	181
4.4.2 数控机床故障诊断技术和 排除故障的步骤	186
4.4.3 数控机床常见机械故障的 检修	190
4.4.4 数控装置故障维修	196
4.4.5 主轴伺服系统故障检修	201
4.4.6 进给伺服系统故障检修	205
4.4.7 数控机床维修实例	209
本章小结	229
思考与练习题	230

第 5 章 数控技术的发展与机械加工

自动化	231
5.1 数控技术的发展	231
5.2 机械加工自动化	235
5.2.1 柔性制造系统 (FMS)	235
5.2.2 计算机集成制造系统 (CIMS)	244
本章小结	245
思考与练习题	245

参考文献	246
------	-----

第1章

绪论

1.1

数控机床的基本组成及加工原理

1.1.1 数控机床的产生

数控机床 (Numerical Control Machine Tools) 是用数字代码形式的信息 (程序指令), 控制刀具按给定的工作程序、运动速度和轨迹进行自动加工的机床, 简称数控机床。数控机床是在机械制造技术和控制技术的基础上发展起来的, 其过程大致如下。

1948 年, 美国帕森斯公司接受美国空军委托, 研制直升飞机螺旋桨叶片轮廓检验用样板的加工设备。由于样板形状复杂多样, 精度要求高, 一般加工设备难以适应, 于是提出采用数字脉冲控制机床的设想。

1949 年, 该公司与美国麻省理工学院 (MIT) 开始共同研究, 并于 1952 年试制成功第一台三坐标数控铣床, 当时的数控装置采用电子管元件。

1959 年, 数控装置采用了晶体管元件和印制电路板, 出现带自动换刀装置的数控机床, 称为加工中心 (MC Machining Center), 使数控装置进入了第二代。

1965 年, 出现了第三代的集成电路数控装置, 不仅体积小, 功率消耗少, 且可靠性提高, 价格进一步下降, 促进了数控机床品种和产量的发展。

20 世纪 60 年代末, 先后出现了由一台计算机直接控制多台机床的直接数控系统 (简称 DNC), 又称群控系统; 采用小型计算机控制的计算机数控系统 (CNC), 使数控装置进入了以小型计算机化为特征的第四代。

1974 年, 研制成功使用微处理器和半导体存储器的微型计算机数控装置 (MNC), 这是第五代数控系统。

20 世纪 80 年代初, 随着计算机软硬件技术的发展, 出现了能进行人机对话式自动编程的数控装置; 数控装置愈趋小型化, 可以直接安装在机床上; 数控机床的自动化程度进一步提高, 具有自动监控刀具破损和自动检测工件等功能。

20 世纪 90 年代后期, 出现了 PC+CNC 智能数控系统, 即以 PC 机为控制系统的硬件部分, 在 PC 机上安装 CNC 软件系统, 此种方式系统维护方便, 易于实现网络化制造。

1.1.2 计算机数控的概念与发展

计算机数控系统 (Computer Numerical Control, CNC) 以计算机为核心的数控系统。它由零件加工程序, 输入输出设备, 计算机数字控制装置, 可编程序控制器, 主轴驱动装置和进给驱动装置等组成的一种配有专用操作系统的计算机控制系统。

1. CNC 系统的特点

- (1) 灵活性
- (2) 模块化
- (3) 可靠性
- (4) 易于实现多功能程序控制
- (5) 使用维护方便
- (6) 通信功能

2. CNC 系统的硬件结构

(1) 物理结构

与一般的计算机系统一样, CNC 装置也是由硬件和软件两大部分组成的。根据其安装形式、板卡布局等硬件物理结构的不同, CNC 装置可以分为大板式和模块化结构两大类。

(2) 逻辑结构

根据 CNC 装置内部逻辑电路结构的不同, 又可以将数控系统分为单 CPU 结构和多 CPU 结构两大类型。

① 单 CPU 结构。所谓单 CPU 结构, 即采用一个 CPU 来集中控制, 分时处理数控的各个任务。单 CPU 结构 CNC 装置的系统组成框图如图 1-1 所示。

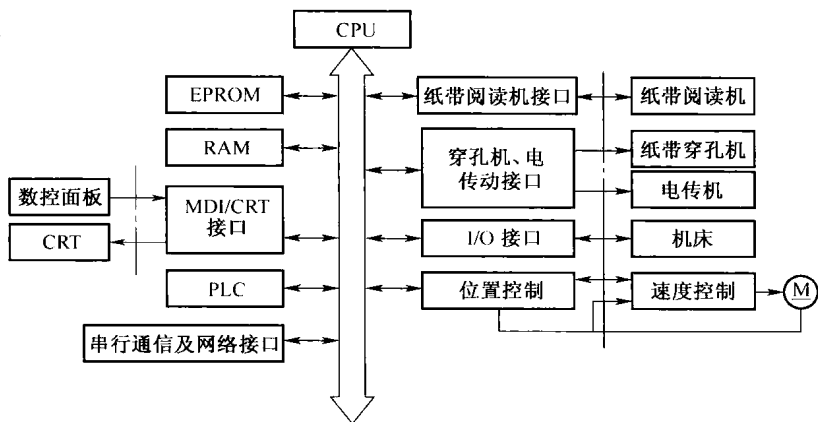


图 1-1 单 CPU 结构 CNC 装置的系统组成框图

CNC 装置工作时, 在系统程序 (存储在 EPROM 中) 的控制下, 从 MDI/CRT 接口或者串

行通信接口输入零件加工程序并将其存储到 RAM 中, 然后进行译码、插补等处理, 插补结果通过位置控制接口输出, 控制各坐标轴运动, 并通过 I/O 接口输入/输出开关量信号, 实现辅助动作的控制和同步零件程序的执行。

② 多 CPU 结构。所谓多 CPU 结构, 即采用多个 CPU 来分别控制 CNC 装置的各个功能模块, 以实现多个控制任务的并行处理和执行, 从而大大提高整个系统的处理速度。多 CPU 结构一般采用共享总线的互联方式。在这种情况下, 根据具体情况将系统划分成多个功能模块, 各模块通过系统总线相互连接。典型的多 CPU 结构 CNC 装置的系统组成框图, 如图 1-2 所示。

3. CNC 装置的软件结构

CNC 装置的软件是为了完成 CNC 系统各项功能而设计和编制的专用软件, 又称为系统软件 (系统程序), 其作用与计算机操作系统的功能相类似。

CNC 系统是一个多任务的实时控制系统。在许多情况下, CNC 装置的多个功能模块必须同时运行, 这是由具体的加工控制要求所决定的。CNC 系统的管理软件和控制软件两部分经常是同时工作的。图 1-3 所示为 CNC 装置的软件组成。

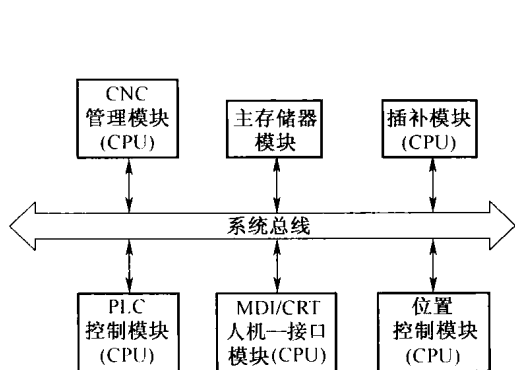


图 1-2 多 CPU 结构 CNC 装置的系统组成框图

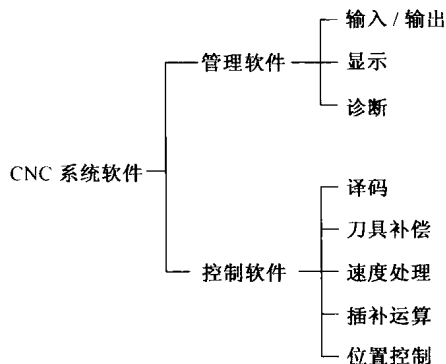


图 1-3 CNC 装置的软件组成

1.1.3 数控机床的基本结构及工作原理

1. 数控机床的组成

数控机床一般由输入装置、数控系统、伺服系统、测量环节和机床本体 (组成机床本体的各机械部件) 组成。数控机床组成示意图, 如图 1-4 所示。

(1) 输入输出装置

数控系统必须接收由操作人员输入的零件加工程序, 才能按零件加工程序发出相应的控制信号, 指挥机床加工出所需要的零件。

① 操作面板。它是操作人员与数控装置进行信息交流的工具, 主要由: 按钮、状态灯、按键、显示器等部分组成。图 1-5 所示为华中数控“世纪星”系统的操作面板。

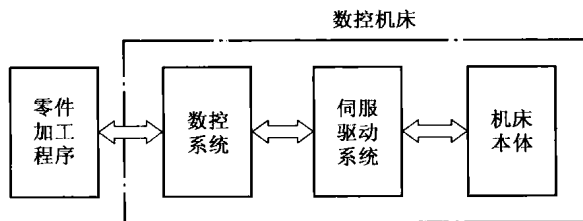


图 1-4 数控机床组成示意图

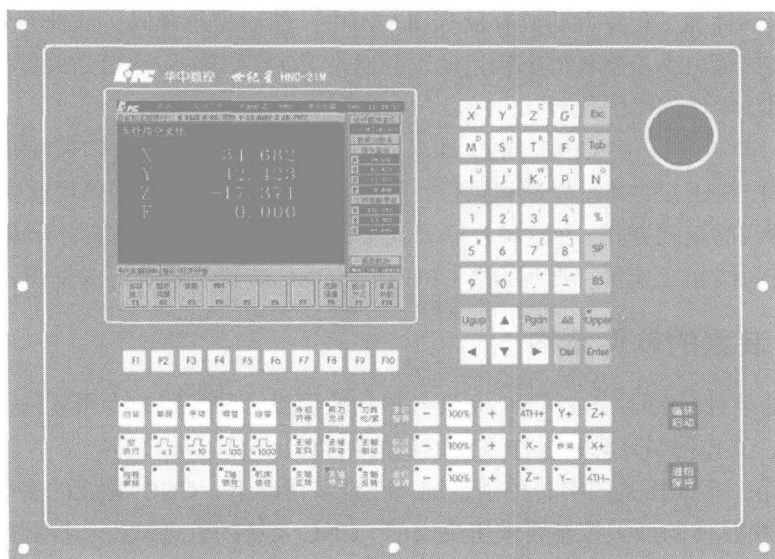


图 1-5 操作面板实物图

② 控制介质。人与数控机床之间建立某种联系的中间媒介物就是控制介质，又称为信息载体。常用的控制介质有穿孔带、穿孔卡、磁盘和磁带。

③ 人机交互设备。数控机床在加工运行时，通常都需要操作人员对数控系统进行状态干预，对输入的加工程序进行编辑、修改和调试，对数控机床运行状态进行显示等，也就是数控机床要具有人机联系的功能。具有人机联系功能的设备统称人机交互设备。常用的人机交互设备有键盘、显示器、光电阅读机等。

④ 通信。现代的数控系统除采用输入/输出设备进行信息交换外，一般都具有用通信方式进行信息交换的能力。它们是实现 CAD/CAM 的集成、FMS 和 CIMS 的基本技术。采用的方式有：串行通信（RS-232 等串口）、自动控制专用接口和规范（DNC 方式，MAP 协议等）、网络技术（Internet、LAN 等）。

（2）数控系统

数控系统是数控机床的中枢。根据输入的零件加工程序进行相应的处理（如运动轨迹处理、机床输入输出处理等），然后输出控制命令到相应的执行部件（伺服单元、驱动装置和 PLC 等），所有这些工作是由数控系统协调配合，合理组织，使整个系统有条不紊地进行工作的。

（3）进给伺服驱动系统

进给伺服驱动系统由伺服控制电路、功率放大电路和伺服电动机组成。伺服驱动的作用，是把来自数控装置的位置控制移动指令转变成机床工作部件的运动，使工作台按规定轨迹移动或精确定位，加工出符合图样要求的工件，即把数控装置送来的微弱指令信号，放大成能驱动伺服电动机的大功率信号。

常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。根据接收指令的不同，伺服驱动有脉冲式和模拟式，而模拟式伺服驱动方式按驱动电动机的电源种类，可分为直流伺服驱动和交流伺服驱动。步进电动机采用脉冲驱动方式，交、直流伺服电动机采用模拟式驱动方式。

（4）机床电气控制

机床电气控制包括两个方面，PLC（可编程的逻辑控制器）用于完成与逻辑运算有关顺序动作的 I/O 控制，而机床 I/O 电路和装置则是用来实现 I/O 控制的执行部件，由继电器、电磁阀、行程开关、接触器等组成的逻辑电路。

（5）测量装置

测量装置安装在数控机床的工作台或丝杠上，按有无检测装置，CNC 系统可分为开环和闭环系统，而按测量装置安装的位置不同可分为闭环与半闭环数控系统。开环控制系统无测量装置，其控制精度取决于步进电动机和丝杠的精度，闭环数控系统的精度取决于测量装置的精度。因此，检测装置是高性能数控机床的重要组成部分。

反馈系统的作用是通过测量装置将机床移动的实际位置、速度参数检测出来，转换成电信号，并反馈到 CNC 装置中，使 CNC 能随时判断机床的实际位置、速度是否与指令一致，并发出相应指令，纠正所产生的误差。

（6）机床本体

数控机床的机械部件包括主运动部件、进给运动执行部件，如工作台、拖板及其传动部件，床身、立柱等支撑部件；此外，还有冷却、润滑、转位和夹紧等辅助装置。对于加工中心类的数控机床，还有存放刀具的刀库，交换刀具的机械手等部件。数控机床是高精度和高生产率的自动化加工机床，与普通机床相比，应具有更好的抗震性和刚度，要求相对运动面的摩擦因数要小，进给传动部分之间的间隙要小。所以其设计要求比通用机床更严格，加工制造要求精密，并采用加强刚性、减小热变形、提高精度的设计措施。辅助控制装置包括刀库的转位换刀、液压泵、冷却泵等控制接口电路。

1.2

数控机床的分类

1.2.1 按加工工艺方法分类

1. 金属切削类数控机床

与传统的车、铣、钻、磨、齿轮加工相对应的数控机床有数控车床、数控铣床、数控钻床、数控磨床、数控齿轮加工机床等。尽管这些数控机床在加工工艺方法上存在很大差别，具体的控制方式也各不相同，但机床的动作和运动都是数字化控制的，具有较高的生产率和自动化程度。

在普通数控机床加装一个刀库和换刀装置就成为数控加工中心机床。加工中心机床进一步提高了普通数控机床的自动化程度和生产效率。例如铣、镗、钻加工中心，它是在数控铣床基础上增加了一个容量较大的刀库和自动换刀装置形成的，工件一次装夹后，可以对箱体零件的四面甚至五面大部分加工工序进行铣、镗、钻、扩、铰以及攻螺纹等多工序加工，特别适合箱

体类零件的加工。加工中心机床可以有效地避免由于工件多次安装造成的定位误差,减少了机床的台数和占地面积,缩短了辅助时间,大大提高了生产效率和加工质量。

图 1-6 所示为数控车床,图 1-7 所示为数控铣床。



图 1-6 数控车床

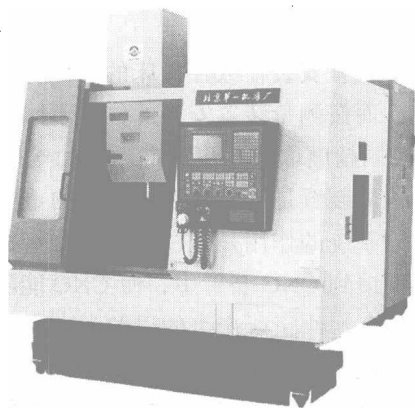


图 1-7 数控铣床

2. 特种加工类数控机床

除了切削加工数控机床以外,数控技术也大量用于数控电火花线切割机床、数控电火花成型机床、数控等离子弧切割机床、数控火焰切割机床以及数控激光加工机床等。

图 1-8 所示为数控电火花线切割机床,图 1-9 所示为数控电火花成型机床。

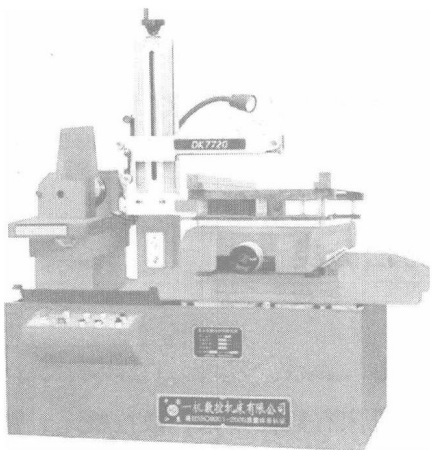


图 1-8 数控电火花线切割机床

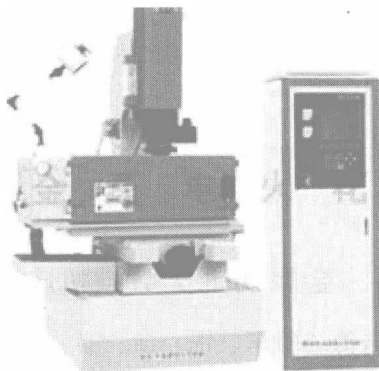


图 1-9 数控电火花成型机床

3. 板材加工类数控机床

常见的应用于金属板材加工的数控机床有数控压力机、数控剪板机和数控折弯机等。图 1-10 所示为数控剪板机,图 1-11 所示为数控折弯机。

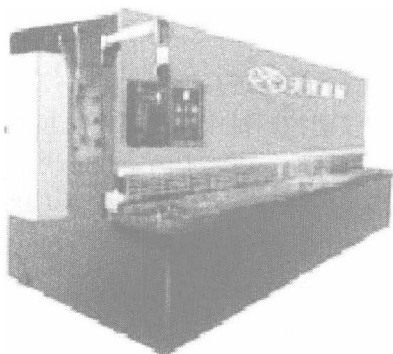


图 1-10 数控剪板机



图 1-11 数控折弯机

近年来,其他机械设备中也大量采用了数控技术,如数控多坐标测量机、自动绘图机及工业机器人等。

1.2.2 按控制运动的方式分类

1. 点位控制数控机床

点位控制数控机床的特点是机床移动部件只能实现由一个位置到另一个位置的精确定位,在移动和定位过程中不进行任何加工。机床数控系统只控制行程终点的坐标值,不控制点与点之间的运动轨迹,因此几个坐标轴之间的运动无任何联系。可以几个坐标同时向目标点运动,也可以各个坐标单独依次运动,如图 1-12 所示。

这类数控机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床、数控点焊机等。点位控制数控机床的数控装置称为点位数控装置。

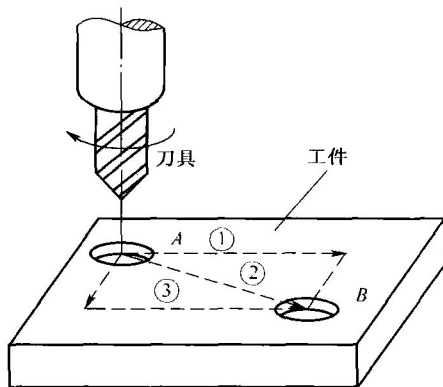


图 1-12 点位控制铣床加工

2. 直线控制数控机床

直线控制数控机床可控制刀具或工作台以适当的进给速度,沿着平行于坐标轴的方向进行直线移动和切削加工,进给速度根据切削条件可在一定范围内变化。

直线控制的简易数控车床,只有两个坐标轴,可加工阶梯轴。直线控制的数控铣床,有三个坐标轴,可用于平面的铣削加工。现代组合机床采用数控进给伺服系统,驱动动力头带有多轴箱的轴向进给进行钻镗加工,它也可算是一种直线控制数控机床。

数控镗铣床、加工中心等机床,它的各个坐标方向的进给运动的速度能在一定范围内进行调整,兼有点位和直线控制加工的功能,这类机床应该称为点位/直线控制的数控机床,如图 1-13 所示。